

ノート

平成 20 年 8 月 26 日受理

指先による形の把握

触覚に働きかけるアイコンをデザインするうえで鍵となる形の諸性質

Perception of shape with the Tip of a Finger Properties of shapes to design icon for which it appeals to sense of touch

●長岡大樹／富山大学芸術文化学部

NAGAOKA Daiju / The Faculty of Art and Design, University of Toyama

● Key Words: Icon, Design, Shape, The sense of touch, Tactile perception, Visual Communication, Perception

1. W-SIMとアイコン

1-1. 本稿の目的

本稿は、先行研究の中から、指先の触覚に働きかける形の原理を抽出し、著者なりにまとめたものである。

情報技術の普及に伴い、日常生活のなかで電子機器の接続・取り外しの機会が増えている。例えば、USBメモリースティック使用の際、差込口の形状と機器に記されたアイコン（機能や役割を表す小さな絵記号）は差込口を判別する手がかりとなっている。ここでは、アイコンが、人と機器の仲立ちをする役割を担っている。

近年、機器の小型化に伴い、アイコンのサイズも小型化する傾向がある。小さくなりすぎたアイコンは、高齢者をはじめ視力が弱い人にとって把握しにくい。こうした現状では、アイコンの視覚的な働きかけだけでなく、触覚的な働きかけも重要となる。本稿の目的は、指先の触覚に働きかけるアイコンをデザインするうえで鍵となる、形の諸性質を提示することにある。

1-2. W-SIM

「W-SIM（ダブルユーシム）」とは、通信機能を搭載した切手ほどの大きさ（幅25.6mm、長さ42.0mm、厚さ4.0mm）のチップである。

W-SIM対応製品は、W-SIMを挿入することで、通信機能が付与される。W-SIMを利用することで、無線技



写真1 アイコンの凹凸モデルおよびW-SIMへのフォトモニター
ジュ（デザイン：刈屋典子 モデル制作：小川太郎）

術を内蔵していない製品にも、通信機能を容易に加えることができる。W-SIMのこうした汎用性を活かすには、W-SIMの受け皿となる製品作りと製品どうしのネットワークが欠かせない。W-SIMによるネットワークを促進する組織として、「ウィルコムコアモジュールフォーラム」がある（以下WCMFと略）。WCMFは、企業や学校、研究機関の垣根を超えた共同事業体である。

現在、ウィルコム社のすべての携帯電話（PHS）には、W-SIMが差込まれている。しかしW-SIM本体や携帯電話の差込口にアイコン（機能や役割を表す小さな絵記号）が付いていないため、W-SIMの存在自体がわかりにくいものとなっている。W-SIM関連製品のインターフェイスに共通のアイコンがあれば、W-SIMはより広く認知され、出し入れに伴うネットワークも促進されるであろう。このたびWCMFと富山大学芸術文化学部が共同で、W-SIMインターフェイスのアイコン開発に取り組んだ。この取り組みを通して、触覚に働きかけるアイコンデザインについて考察する契機を得て、本稿を執筆するに至った。

1-3. W-SIMインターフェイスのアイコンデザイン

W-SIMインターフェイスのアイコンデザインは、2007年度、富山大学芸術文化学部で開講された「ビジュアルコミュニケーション演習A」を通して行われた（担当教員：前田一樹教授、著者）。デザインを進めるうえでのテーマの1つとして、前田教授は、視覚だけでなく触覚にとってもわかりやすいデザインを掲げた。これは形態デザインの手がかりを、視覚だけでなく触覚にも求める試みといえる。

アイコンデザインでは、伝えたい機能や役割を、小さなサイズで表現する。小さなサイズでは、複雑な形はわかりにくい。そのため、アイコンは本来に単純さに重きをおいてデザインがなされる。アイコンの単純形態からは、触覚に働きかける形の原理が抽出しやすいといえよう。

アイコン開発期間の中頃、触覚に関する知識を深め

るために、富山大学医学部の永福智志准教授を迎え、特別講義を実施した。「Biological Touch — 触感の生理学 —」と題したこの講義を通して、神経生理学・認知神経科学の立場からみた、触覚の刺激に対する反応、皮膚感覚のメカニズム、触覚の認知構造等を知ることができた。

さらに本学部工芸分野の林暁教授、小川太郎助教の協力を得て、アイコン15案、それぞれに対して凹凸モデルを制作した※¹（写真1）。このモデルによってアイコンの触覚的な働きかけや触り心地を直に確認することが可能となった。

1-4. 指先に収まる大きさの形とアイコン

触覚に関する既往の研究・文献の多くは、心理学の分野に属している。今世紀初頭から、各種文字や図形の触覚的読みやすさに関する研究が行われるようになった。初期の研究は、各種点字に関するものが多く、標準点字の確立に貢献した。日本では、1935年、山根清道による「触運動的図形知覚についての実験的研究」が、形と触覚の関わりを論じた、いち早い例として知られている。

W-SIMそのものは小さく、指でつまんで出し入れする。そのため、アイコン全体の大きさは、指先で全体が把握できる程度のものが望ましい。指先に収まる大きさの形が、触覚にどのように働きかけるのか、こうした視点に立って、既往の研究・文献を概観した。2章では、まず指先に備わっている触覚について整理する。次に3章では、指先に収まる大きさの形が持つ「触覚に働きかける特性」を抽出する。最後に4章ではまとめとして、アイコンが触覚に働きかけるための形の諸性質を提示する。

2. 指先の触覚

2-1. Katzによる触現象の分類

まず「形に触れる」際の、指先の触覚・感触について整理する。Katzは、触覚について現象学的な観察を進めた（1925）。その結果、触現象（触経験）を次の4つに分類した。

① 表面触 ② 触質 ③ 空間触 ④ 透触面

「表面触」とは、例えば指先で金属に触れたとき、それが固体の表面であることがわかる感触をいう。触れた面は2次元的な広がりを持ち、空間の中で明確に定位（位置付け）される。

「触質」とは、水の中で手を掻き回したり、車の窓から手を出したときに感じる感触のことである。表面触と較べて明確な定位を欠き、粘性・弾性的である。

厚い布で包まれた石に触れても、石の輪郭をおおまかに把握することができる。このとき石と手の間に挟まれた厚みの感触を「空間触」という。触質に較べると空間性は明確だが、表面触ほどではない。医師の行う触診はこの空間触を利用したものである。

薄いゴム膜や紙を通して対象に触れた際、対象の表面触もある程度わかるが、同時にその間に挟まれた薄いゴム膜や紙のような「もの」の厚みも感じられる。こうした同時に起きる感触を「透触面」という。Katzによれば厚さ0.05mmが透触面の限界である。

2-2. 2点弁別閾

皮膚面にコンパスの両先端を当ててみる。両端の距離が短いと1点に感じられる。コンパスの両端の距離を徐々に拡げていく。すると1点が、不明瞭な点、面、線、線で結ばれた2点へと変わり、最後には明確な2点として感じられる。このように皮膚が、2点を別個に感ずる最小距離を「2点弁別閾」という。これは2つの触圧が分離して感じられる最小間隔のことであり、2点弁別閾が小さいほど皮膚感覚が鋭敏といえる。

2点弁別閾を原理的に説明する。皮膚面の1点を刺激すると、触圧によって変形が生じ、図1Aのような「触圧勾配」が現れる。2点を刺激した場合、図1Bのように2点距離が小さいと、触圧勾配どうしが干渉しあい、2点を弁別できなくなる。2点を弁別させるためには、図1Cのように、触圧勾配が干渉しないように2点を離す必要がある。2点弁別閾は、触圧に対する皮膚面の感じやすさであり、皮膚の空間的分解能を示す指標として一般的である。

2点弁別閾は、身体各部に応じて異なる。Weinstein

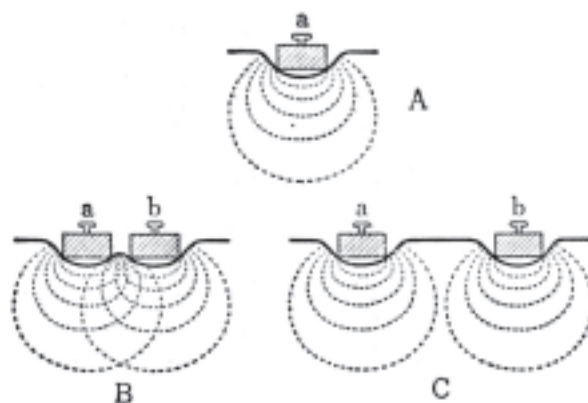


図1 皮膚の1点または2点に刺激を与えたときの触圧勾配
（参考文献5. pp143 から転載）

が、カリパス (calipers、測径器) を用いて測定した結果によると (図2、1968)、手指の2点弁別閾が最も小さく2~3mm程度である。顔面、足底がこれに続く。腹や背などの体幹部はかなり大きく35mm以上となっている。指先の2点弁別閾の測定例としては他に、Weberによる2.2mmや(1846)、Valbo.A.B. & Johanson.R.S.による1.6mm~2.3mmがある(1978)。こうした事例から、指先の2点弁別閾は、おおむね2mmと捉えてよさそうである。

指先の2点弁別閾が2mmという結果は、アイコンの構成要素のうち、2mm以上のものは触覚に働きかけることを意味するのであろうか。反対に、2mm以下のアイコン要素は触覚に働きかけないのであろうか。2点弁別閾のこうした解釈はいくぶん短絡的ではある。それは実験環境と私たちの日常生活が異なるためである。アイコンの中に、2mm離れた凸部分があったとしても、通常、その凸部分とカリパスの先端は、素材も鋭さも異なるであろう。

しかし、指先の2点弁別閾2mmが、指先による形の把握の条件になりうることを「点字」が示唆している。五十音の各点字は、3行2列、計6つの凸点で構成されている。凸点の横どうしの中心間距離は2.0mmで、縦どうしの中心間距離は2.5mmである。こうした値は、指先の2点弁別閾とよく重なっている。点字の触読にはある程度の技術と経験が必要であるから、2mm以下の要素は、触覚に働きかけることはまずなさそうである。反対に、少なくとも2mm以上の要素でアイコンを構成することで、その形は触覚的に有効なデザインとなりうる。

2-3. アクティブタッチ

アクティブタッチ (active touch) とは、能動的に手を動かして対象を認識するときに働く触覚のことである。

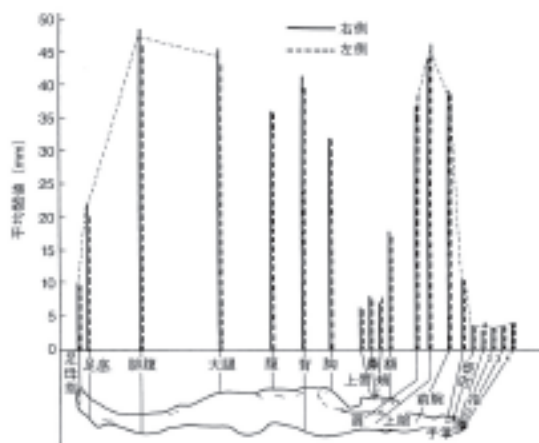


図2 カリパスを用いて測定された男子の2点弁別閾 (Weinstein, 1968) (参考文献6. pp1232 から転載)

る。アクティブタッチのことを能動的触覚あるいは能動触ともいう。アクティブタッチは、触覚と動きが分ちがたく連動していることを示す。

触覚の実験では、受け身の被験者に刺激を与え、その反応を観察することが多い。すなわち能動触の反対である受動触の観察といえる。紙コップに入ったコーヒを飲むとき、指先はカップの固さや熱さを瞬時に感じ、触り方を調整している。触覚はこのように日常生活では能動的である。

日常生活と実験環境の乖離について、先に述べたKatzがいち早く注目している。後にGibsonは、ハプティック系という皮膚、関節、筋に存在する受容器群が協働する知覚体系を提案している(1966)。また形の把握は、与えられる刺激、つまり受動触に較べて、アクティブタッチのほうがよいことが知られている。アクティブタッチは、受動触と比較して高感度といえる。

また物体に触れる際の動き (触知モード) には2種類ある。1つめは、「micromotion」と呼ばれ、触受容器から発せられる興奮を持続させるための、指の微細な運動である。もう一つは、「macromotion」と呼ばれ、物体の情報を得るための大きな運動である。macromotionには、「探索的・指向的運動」と「追従的運動」とがある。「探索的・指向的運動」は、触空間のなかから物体の特徴を見つけ出すことを目的とした速い運動である。「追従的運動」は、micromotionを伴って、物体の様々な特徴を知ろうとする運動である。

指先による物体の触れ方として、親指と別の1本指の計2本指を対にして物体をなぞる動きと、1本の指先でなぞる動きが考えられる。Simmons & Locherによると、対称形の対象を触知するには親指を含めた2本指が優れており、非対称形の対象を触知するには1本指が優れている(1979)。アイコンはその大きさから、1本指で触知されることが多いであろう。そのため「非対称形」のアイコンがとりわけ触知しにくいわけではなさそうである。

2-4. 触覚と視覚

指先の触知では、図形をなぞる指先の動きに応じて徐々に図形全体が把握される。触覚は、図形の把握に関して、「継時的・断片的・部分的」といえる。これに対して、視覚は一挙に全体を把握できるため、「同時的・連続的・全体的」性格を持つ。

指先の2点弁別閾は2mmであった。これに対して、視覚の2点弁別閾はどうか。例えば視力1.0で、50cm離れた距離で0.15mm、30cm離れた距離で0.09mmを弁別して見分けることができる。そのため、視覚で見分けられる細かな形が、触覚には働きかけないことが起こりうる。

3. 指先が把握しやすい形

3-1. 触圧の波及効果がもたらす形の単純化

アイコンのような図形や文字パターンに指先が触れると、複雑な形はより単純な形に把握される傾向がある。こうした触覚による形の単純化は、指先の「**触圧の波及効果**」によってもたらされる。触圧の波及効果がもたらす形の単純化は、次の5つに分類される。

① 波及 ② 類推 ③ 強調 ④ 欠落 ⑤ 線化

「波及」の作用は、触圧の波及効果によって、形全体の輪郭が曖昧になることである。「ネ」を「キ」と読み誤るのはその一例である。

「類推」の作用は、図形や文字パターンの現れ方がほぼ同じ、あるいは似ているために、「ユ」の中に「コ」が現れた途端に「コ」と類推して触知することをいう。

「強調」の作用は、類似した部分がいわゆる知覚の「図」として注目され、他の部分が「地」として背景に退くような作用である。「サ」を「カ」と読み誤るのはその一例である。

「欠落」の作用は、弁別閾より小さな点や線が読み取られないことである。「ウ」を「ワ」と読み誤るのはその一例である。

「線化」の作用は、指を動かす触知の過程で、連続的な刺激が、ひとまとまりの線パターンとして把握されることである。「ン」を「フ」と読み誤るのはその一例である。

こうした5つの作用は、形を把握する際の、指先の癖といえる。予め指先の癖を知ること、触覚的な特徴を利用したアイコンデザインが可能となる。5つの作用を予め想定することで、触覚的な形式に則ったデザインが可能となる。見た目は丸いが触覚的には三角といっ



図3 触圧の波及効果がもたらす形の単純化
(参考文献5. pp196 から転載)

た、視覚的な意味と触覚的な意味が食い違う、複合的な性格のアイコンもデザインすることができよう。

3-2. サイズ

3-2-1. 全体のサイズ

Zigler & Northupの実験によると、2次元形態の大きさが**15mm以下**になると、形の正しい触知は望めなくなる(1925)。以下の、文字サイズの触知しやすさに関する実験結果から、指先が触知しやすい形の「サイズ」を定める。

文字の大きさと触覚的読みやすさについて検討した実験がある(Loomis & Lederman 1986)。使用文字は「点字とアルファベット文字」で、触読時間は2秒、被験者は文字の上に指を置いて、わずかに円運動することを許されている。浮き上り文字(凸状の固定刺激)では文字の大きさが、4.5mm~7mmで正答率60%を超える。オプタコン(視覚障害者用読書器で振動刺激)では、文字の大きさが14mm~18mmで正答率60%を超える。

ドット・パターン・プロッターで紙面に打ち出された「平仮名文字」を、被験者の人差指で自由に触らせる実験によると、**平仮名の可読最小文字は、晴眼者は16mm、視覚障害者は10mm**である(佐川・山下他3名1976)。

「漢字」の触読の実験では、文字の大きさを、16、24、32、40mmの4種類、画数1~14画で、晴眼者には48文字、視覚障害者には30文字を提示している(佐川・山下他3名1977)。結果、4画以下の簡単な文字は、可読最小文字が16mmであり、5画以上では24mmであった。また画数が増えても、文字を大きくしたところで可読性に影響はないという。つまりある種の形の複雑さは、大きさによって触覚的には解消されない。平均すると、**漢字の可読最小文字を、晴眼者は24mm、視覚障害者は16mm**としている。

以上の結果から、アイコン全体を正しく触知するための目安のサイズを定める。平仮名や4画以下の漢字程度の複雑さを持つ、比較的要素の少ないアイコンのサイズは、15mm以上は必要と考えられる。極めて単純な形でない限り、全体で10mm以下のサイズは避けるべきである。また5画以上の漢字(例えば「正」や「平」は5画、「形」は7画)は24mmが可読最小文字ということなので、この程度の複雑さを持つアイコンの大きさは、25mmは必要と考えられる。総合的に判断すると、アイコンの**全体サイズは15mm以上**にすることがひとつの目安といえる。

3-2-2. 部分のサイズ

先の漢字の可読最小文字を求める実験では、文字を構成する、点間の間隔は1~3mm、文字間は2mm以上が望ましいとしている。また、Gattiによれば、10~15mmの標準刺激を皮膚面に押し付けた時の長さの触弁別閾は、2~2.9mmとある(1936)。また棒を押し付けたような「実の長さ」のほうが、コンパスの両先端間のような「虚の長さ」よりも、過大視されるという。

こうした値は、先に述べた指先の2点弁別閾の値とよく重なっている。そのため、触覚に働きかけるアイコンは、**2mm以上**のサイズを持った要素で構成されている必要がある。また、点字の凸部分の高さは0.4mmから0.6mmが読み取りやすいという報告がある。アイコンの奥行・深さのサイズについては、この値が目安となろう。

3-3. 形

3-3-1. 幾何学図形

指先が触知しやすい「形」を示す。まず視覚的に認知しやすい幾何学図形は諸説あり、Whitmerによると「正三角形、菱形、正方形」の順(1933)、友田によると「正三角形、横矩形、縦矩形」の順(1937)、Caspersonによると「正三角形、円、十字」の順(1950)、Krauskopf, Duryea & Bittermanによると「円、正三角形、L形」の順(1954)に認知しやすい。正三角形は最も認知しやすく、円は認知しやすいが正方形と混同することもあるようである。

触覚による幾何学図形の認知も、視覚による認知と類似しているという。Rosenbloomによると、円と三角形やL形が特に触知しやすい(1929)。ただし正三角形が半円に、多角形が円と把握されることもある。細かな直線の屈折は、省略され、曲線とみなされることが多いようである。円は、屈折なく構成されているため、触覚的にわかりやすい形といえる。

3-3-2. 幾何学的性質

「直線性」については、実際に直線であるにも関わらず、直線をなすものと感じられないことも多い。これは手や指の運動の仕方に触知が影響されるためである。「平行性」については、Hammerschmidtの実験的研究によれば、正確に把握することができる(1934)。

「ムーンタイプ」は、Moon, Wによって1840年に考案された視覚障害者用の線凸字である(図4)。触覚的に最もよく工夫された線凸字として知られている。ムーンタイプの構成要素は、直線と円・楕円、半円、直角、鋭角、Z、逆Z、柄杓形、逆柄杓形の9種である。

ムーンタイプでは、1本の線分を基本単位として、



図4 ムーンタイプ (参考文献5, pp234 から転載)

線分を鋭角に折り曲げたり、先端をヘアピンカーブさせステッキ状にするなどして、文字が構成されている。文字に触れた際、さまざまな「ひっかかり」の感触をもたらす形態といえる。「鋭角性」や「直角性」がもたらす「ひっかかり」の感覚は触覚によく働きかけるものと考えられる。ムーンタイプのシンプルな文字形態は、触覚に働きかけるアイコンを構成する要素として参考になる。

なお、形の持つ「左右対称性(相称性)」は触覚的にはそれほど有効でない。また「反復」の因子は、繰り返しの回数が十分に多くなければあまり優位に働かない(山根 1935)。

3-4. 形の複合

3-4-1. 触覚による複合図形の把握

複合した形は、触覚によってどのように把握されるのだろうか(図5)。見たところ三角形と四角形を組み合わせた図形がある(図5上)。視覚的には三角形と四角形の重なりとして把握される(a)。ところが触覚的には、この図形は、5つの小区画の集積と把握される(b)。こうした傾向は特に先天性の視覚障害者に顕著である(山根 1935)。

こうした触覚に特徴的に図形把握の要因として、視覚的にはひとつながりの直線も、他の線分に接触すると切れた線分として把握されることが考えられる。触覚による図形把握は、視覚における「よき連続の要因」が働かないため、小区画に分節される傾向がある。

視覚による複合図形の把握は、「連続的・全体的」であるのに対して、触覚による複合図形の把握は、「断片的・部分的」といえる。触覚のこうした性格は、図形の視覚的印象と大きく異なり、触覚による図形把握の特徴といえる。なお視覚障害者のうち、後天的に障害を負った人は、触覚的な図形把握をしない傾向が強まる。こうした事実、被験者の視覚経験の有無に左右されているものと思われる。

3-4-2. 群化の要因

触覚による複合図形の「断片的・部分的」な図形把握は、Wertheimer 他による**群化の要因**がよく説明してくれる（1923）。群化の要因の代表的なものとして、

① 近接 ② 類同 ③ 閉合 ④ よき連続 ⑤ よき形

の5つの要因が挙げられる。

「近接」の要因とは、他の条件・要因が一定ならば、空間的に近接している図どうしが群（まとまり）を形成する、傾向にあることである。

「類同」の要因とは、他の条件・要因が一定ならば、性質の類似しているものどうしが群（まとまり）を形成する、傾向にあることである。

「閉合」の要因とは、互いに閉じ合うものどうしが群（まとまり）を形成する、傾向にあることである。

「よき連続」の要因とは、他の条件・要因が一定ならば、よき連続、滑らかに連続するものどうしが群（まとまり）を形成する、傾向にあることである。

「よき形」の要因とは、以上の要因等で形成された群（まとまり）は、そのときの条件が許す限りにおいて、最も簡潔で、よき形にまとまろうとすることである。「よき形」とは、一般的に単純性、対称性（相称性）、規則性を持ち、こうした性格を多く持つほど群（まとまり）も強固となる。

以上の群化の要因に依拠しつつ、Metzger は、形のまとまりと分節について「滑らかに連続する曲線の法則」「シンメトリの法則」「とり囲みの法則」「共通中心の法則（共通の相称軸を持つ場合も含む）」「よい形態の法則」の5つの法則を挙げている（1953）。

3-4-3. 触覚による図形把握と群化の要因

触覚では、群化の要因のうち「よき連続」の要因が十分に働かない。「+」や「×」といった交差する図形は、2本の直線のうち一方の直線が優位に働くと、片方の直線の貫通が把握しづらくなる。貫通する直線や曲線は、ひとつながりのものとして触知されにくい。

見たところ2つの円が重なった図形（図5下）については、先天性の視覚障害者の多くは、最も外側の輪郭のみを把握し全体をひとつの閉じた形と把握する（b）（山根 1935）。外側の輪郭が優位に働くため、交差した内側部分は触覚的に埋もれて触知されない。これは触覚的に、「よき連続」の要因よりも「閉合」の要因や「共通中心の法則」が分節を決定しているためである。このように触覚は、「よき連続」の要因がうまく働かず、「近接」と「閉合」の要因がよく働く。これは指先が継時的に形を把握し、いち早くまとまった形を

優位な形とみなすためと考えられる。

3-4-4. よく閉じた形

閉合の要因を掘り下げて検討する。図6の2つの図を、大多数の被験者は、曲線AC + Bと触知する（山根 1935）。これは、いくらか開いていても閉じ具合によっては、完全に閉塞した形よりも、よく閉じた形として把握されることを示している。このように「よく閉じた形」は、閉じ具合だけでなく、「よき曲線」の要因によってもたらされている。

では「よく閉じた形」と「よき曲線」のどちらが優位に働くか。図7では、視覚に障害を持つ人は、ACを優位とするが、視覚に障害をもたない人はABを優位とみなす（山根 1935）。AB、ACともよき連続を持ち、ABは「よき曲線」の連続を持ち、ACはABに較べて「よく閉じた形」をしている。つまり触覚的には、「よき曲線」よりも「よく閉じた形」の方が優位に働くといえる。円弧あるいは円周は、よき曲線であると同時によく閉じた形であるため、極めてよく触知されやすい。

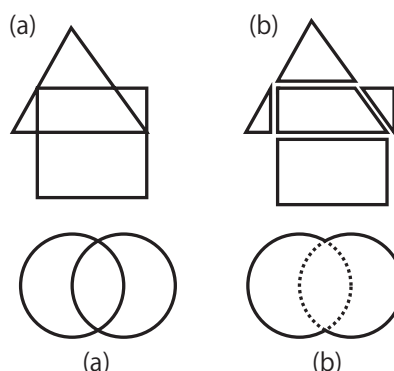


図5 触覚による図形把握の特徴
（参考文献3. pp486-487 から転載）

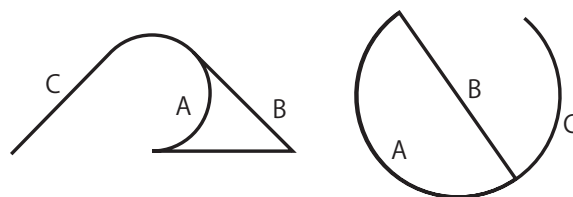


図6 よく閉じた形とよき連続が組み合わされた図形
（参考文献1. pp363 から転載）

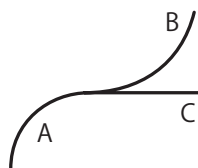


図7 よき連続と閉じた形を持つ図形
（参考文献1. pp361 から転載）

4. まとめ

4-1. 触覚に働きかけるアイコンをデザインするうえで鍵となる形の諸性質

以上から触覚に働きかけるアイコンをデザインするうえで鍵となる形の諸性質を提示する。

- ①アイコン全体のサイズは 15mm以上が望ましく、最低でも 10mmは確保する。
- ②アイコンを構成する要素のサイズは、2 mm以上を確保する。
- ③触覚によく働きかけるアイコンの形は、円と三角形である。
- ④「平行性」「ひっかかり」「反復」といった幾何学的性質は触覚によく働きかける。
- ⑤交差する図形は、一方が優位に働くと、片方を把握しづらくなる。そのため図形を重ね合わせたデザインは有効ではない。
- ⑥触覚は図形を小区画に分節して把握する傾向にある。そのため小部分が集積したような加算的なデザインは、触覚的な複雑さを生む。
- ⑦触覚による形の把握は断片的である。そのためアイコンを構成する要素どうしに、手前と奥、内側と外側、部分と全体といった主従関係があると触覚的な複雑さを生む。主従関係（階層性）の少ないデザインほどわかりやすくなる。
- ⑧「近接」と「閉合」の要因のため、「よく閉じた形」をしたアイコンは、極めてよく触覚に働きかける。
- ⑨触覚によるアイコン把握は、総じて「継時的・断片的・部分的」である。
- ⑩触覚に特徴的にみられる図形把握は、視覚経験が増えるにしたがって徐々に弱められる傾向がある。

以上の10項目は、触覚に働きかけるアイコンをデザインするうえで前提となる形の条件といえる。この前提条件に基づき、より具体的で詳細なアイコンデザインがなされることが望ましい。

4-2 アイコンデザイン案の触覚的な特徴

最後に以上の10項目を、具体的事例を通して確認する。このたび開発したW-SIMインターフェイスのアイコンデザイン案6案に対して、触覚的な分析を試みる(図8)。

アイコンAは、円周によってよく閉じた形をしている。全体形はボタンを押すようにはっきりと把握できる。円周内部の矢のような図形は、視覚的な意味合いにおいて、W-SIMを挿入する向きを示している。しかし触覚的には、円が優位に働くため、円の内側の要素は、

埋もれた副次的なものとして触知されにくい。また内部の要素が、2 mm以下の触知しづらいサイズで構成されているのも難点である。

アイコンCとDは、どちらも楕形の反復要素を持っている。Cの方が、反復要素は少ないが全体は横長の矩形に収まった印象でよく閉じている。反面このアイコンは、下半分の矩形に楕形要素3本が附加した加算的なデザインとも捉えられ、触覚にうまく働きかけないことも考えられる。アイコンDはCと較べて、十分な反復要素を持ち効果的であるが、要素のサイズが小さすぎる難点がある。また左端の斜めに飛び出した要素がよく閉じた形を弱めている。

アイコンBは、ネガポジ反転させた2重円2つを半径分ずらして重ね合わせ、円からはみ出た部分はカットして構成されている。アイコンA同様、全体形が円のため、ボタンを押すようによく把握できる。またすべての要素が、円と円の一部というよく閉じた形だけで構成されているため触覚的にわかりやすい。さらにすべての要素の幅が、単一であることから、サイズのばらつきによってもたらされる複雑さが排除されている。また波紋状の要素を半径分ずらすという操作1つで、アイコンに方向性が与えられている。こうした数々のデザイン上の工夫によって、アイコンを構成する要素どうしの主従関係が可能な限り排除されている。このアイコンは、あらゆる見地から見て指先の触覚に働きかけるデザインといえる。

アイコンEとFは、いずれも相称性を持ったデザインとなっている。アイコンEは、相称軸にあたる部分に余白をとることで大きな広がりの中で相称性を感じさせる。この余白によって指先の「ひっかかり」が生じ、アイコン下に較べて触覚に働きかけるデザインとなっている。

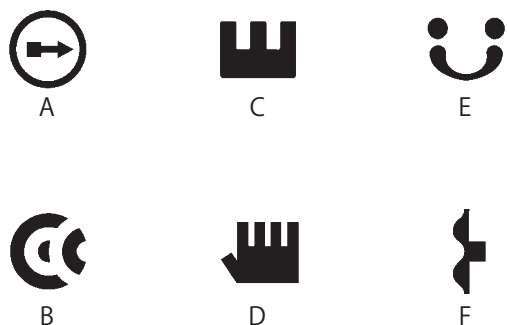


図8 W-SIM インターフェイスのアイコンデザイン案
(デザイン: A 齊藤加奈 B 刈屋典子 C 高島由貴 D 澤崎円
E 川口朋恵 F 砂田友香理)

注釈

※ 1 モデル制作に用いた機器等の仕様は次の通りである。掘削機：Roland Modela ProMDX650、エンドミル：超硬 ストレートエンドミル 6mm（面だし）、ストレートエンドミル 0.4mm（彫刻）。ボールエンドミル R0.15（彫刻細部）、掘削用ワックス：Roland Modeling WAX XW-100 or 200 PC：Dell PRECISION 350、ソフトウェア：Rhino 3（CAD）、Craftmill 2（CAM）、掘削外形 7mm×7mm、掘削深さ（高さ）0.2mm

参考・引用文献

1. 「触運動的図形知覚についての実験的研究」、山根清道、『心理学研究』第10巻 pp.327-390、1935年
2. 「盲人及び正常児における触運動による形の知覚」、鳥居修晃、木村充彦、『日本心理学大会発表論文集』第29回、1965年
3. 『感覚・知覚心理学ハンドブック』、和田陽平、大山正、今井省吾編、誠信書房、1969年
4. 「触運動による組み合わせ図形の知覚」、木村充彦、『心理学研究』43巻 pp.1-12、1972年
5. 『触覚の世界「心身のはたらきとその障害」シリーズ3』、小柳恭治、光生館、1978年
6. 『新編 感覚・知覚心理学ハンドブック』、大山正、今井省吾、和気典二編、誠信書房、1994年
7. 『タッチ <神経心理学コレクション>』、岩村吉晃、医学書院、2001年
8. 「乳幼児期の触覚の活用」、「触覚の特性と触図の認知について」
<http://www.nise.go.jp/portal/elearn/nyuuyouziki.html>、金子健、独立行政法人国立特殊教育総合研究所

謝辞

WCMFと富山大学芸術文化学部との共同研究が、本著の執筆の契機となっている。共同研究に携わった、WCMF事務局の山田弘氏・笠浪潤氏、ジャストシステムの竹村譲氏、富山大学医学部の永福智志准教授、芸術文化学部の前田一樹教授・林暁教授・小川太郎助教、ビジュアルコミュニケーション演習Aのすべての受講生、中でも特に優れたアイコンをデザインした上島麻里絵さん・川口朋恵さん・刈屋典子さん・斎藤加奈さん・澤崎円さん・砂田友香理さん・高島由貴さん・山下結季さん、以上の皆様に感謝いたします。